

## 公開特許公報

昭53—86634

⑤Int. Cl.<sup>2</sup>

B 22 D 11/10

B 01 F 13/08

B 22 D 27/02

識別記号

1 0 3

⑥日本分類

11 B 091.1

11 C 1

72 B 0

庁内整理番号

6769—39

7605—39

2126—33

④公開 昭和53年(1978)7月31日

発明の数 3

審査請求 未請求

(全 5 頁)

## ④連続鋳造法

①特 願 昭52—2122

②出 願 昭52(1977)1月11日

⑦発 明 者 石村進

尼崎市西長洲本通1丁目3番地

住友金属工業株式会社中央技  
術研究所内

同 杉田宏

⑦発 明 者 姉崎正治

和歌山市湊1850番地 住友金属  
工業株式会社和歌山製鉄所内茨城県鹿島郡鹿島町大字光3番  
地 住友金属工業株式会社鹿島  
製鉄所内

⑧出 願 人 住友金属工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

⑧代 理 人 弁理士 押田良久

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

## 連続鋳造法

## 2. 特許請求の範囲

1 連続鋳造において、鋳片の内部に未凝固部分が存在する2次冷却帯で、該未凝固部分に永久磁石により磁場を形成するとともに、鋳片に電流を通じ、これにより生ずる推力で未凝固部分を攪拌しながら凝固せしめる連続鋳造法の、鋳片巾方向にループ径Lが400mm以下の小さな流れのループを複数個形成せしめて未凝固部分の攪拌を行い、鋳片巾方向での成分分布を均一にし、かつホワイトバンドを解消し得ることを特徴とする連続鋳造法。

2 連続鋳造において、鋳片の内部に未凝固部分が存在する2次冷却帯で、該未凝固部分に永久磁石により磁場を形成するとともに、鋳片に電流を通じ、これにより生ずる推力で未凝固部分を攪拌しながら凝固せしめる連続鋳造法の、鋳型上面からの距離が異なる複数の位置で、鋳片の未凝固部分を鋳片の巾方向に複数分割し、かつ相互に逆向

きの対向流となるように流動せしめ、さらに上下位置での流れ方向を互に逆向きとなすことにより、鋳片の未凝固部分に縦向き交互にの小さなループの流れを複数形成して攪拌しながら凝固せしめ、ホワイトバンド部の鋳片巾方向での成分分布を均一にすることを特徴とする連続鋳造法。

3 連続鋳造機の2次冷却帯の上下方向に位置を変えて複数段に設置した永久磁石の強さを弱と強の順に設けて鋳片の未凝固部分を攪拌することを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の連続鋳造法。

## 8. 発明の詳細な説明

この発明は、連続鋳造において永久磁石による磁力と電流との相互作用により生ずる推力で鋳片の未凝固部分を攪拌しながら凝固せしめる連続鋳造法の攪拌方法に特徴を有する連続鋳造法に関する。

連続鋳造により製造される鋳片の中心部には炭素、いおう、りん等が富化した偏析部が発生し易い。この偏析部はマクロ組織で正常部と異なつた

色調を呈し、この鋳片から作られる成品は機械的性質並に商品価値が著しく低下する欠点がある。

前記中心偏析は、鋳片中心部に等軸晶を多く生成させることによつて軽減できることが知られており、その方法として鋳片の凝固途中で鋳片内部の未凝固溶融金属を攪拌することが提案されている。

従来の未凝固溶融金属の攪拌方法は、凝固中の連続鋳造鋳片に回転磁場あるいは移動磁場を作用させて、鋳片内部の未凝固部分に磁場の移動方向の推力を与えて攪拌する方法が行われているが、その電磁攪拌は第1図に模式的に示すように、いずれも鋳片の巾方向において一方向の流れを基本としており、攪拌装置の設置位置を境にして鋳込方向の上下において円形状の流れで攪拌される場合(第1図a)、鋳片横断面の凝固殻近傍の未凝固溶融金属に互に逆向きの電磁力を加えた対向流により橢円状に流動して攪拌される場合(第1図b)、及び鋳込方向に複数の攪拌装置を並べて各攪拌装置の電磁力の方向を互に逆向きとして鋳込

方向でS形状に流動して攪拌させる場合(第1図c)の各方法である。

しかし、未凝固溶融金属を攪拌しつつ凝固させた場合、攪拌下で凝固した領域では溶質成分はすべて負偏析しており、サルファプリントは白く見えるため、その領域を一般にはホワイトバンドと称している。このホワイトバンドは溶融金属の流速によつて、その濃度の程度が異なり、流速が速くなると白さが顕著になる。そのため流速にむらがある場合にはホワイトバンドの現出が場所的に変化し、マクロパターンの点で好ましくない。したがつて、ホワイトバンドを一様にするため電磁攪拌による溶融金属の流速を一定に保つ必要がある。

しかるに、前記第1図a及びcに示す場合の攪拌による流れは長い経路のループを形成するため、流速が場所によつて大きく変化する。そのためホワイトバンドは場所によつて異なりマクロパターンを著しく害する。又第1図bに示す場合の攪拌による流れは橢円状をなし、ホワイトバンドは極

ば均一に現われる。しかし攪拌装置を対向させて逆向きに力を作用させるのは、スラブの厚さ方向で磁場が部分的に相殺されるため電磁氣的な効率が悪くなり攪拌方法としては好ましくない。

この発明は、従来法における前記欠点を除くため、攪拌による未凝固溶融金属の流れを小さなループから形成してホワイトバンドを均一になし得る連続鋳造法を提案するものである。

次に、この発明の一実施例を図面について説明する。第2図は弯曲型連続鋳造機の要部を示すもので、(1)は鋳型、(2)は鋳片、(3)はローラエブロンを形成するローラである。このローラ群の所要箇所においてローラ間に永久磁石(4)を設ける。図には鋳込方向に4ヶ所設置した場合を示したが、設置数は任意に変えられる。

この永久磁石(4)は、第3図に示すように、推力により溶融金属がループをえがいて攪拌される際、ループ巾Lが400mm以下の小さなループが形成されるように、鋳片(2)の巾方向全体にわたつて複数の永久磁石を直列に配設したもので、各永久磁石の

N極及びS極がともに鋳片表面と対向し、かつ近接して置かれ、さらに鋳片(2)を挟んで両面に対向する永久磁石(4)の磁極が互に逆となるように設けられる。

一方、前記のごとく配設された永久磁石群の最上部磁石に相対する上側のローラ(7)(7)、及び最下部磁石に相対する下側のローラ(8)(8)にはそれぞれブラシ(6)(6)、(9)(9)を設け、各ブラシを直流電源回路(10)に接続し、第4図に示すように通電の際、電流がブラシ(6)、ローラ(7)から鋳片(2)の未凝固溶融金属中を通りローラ(8)、ブラシ(9)へ流れるように構成する。この直流回路は電流が他のローラから漏洩するのを防止するため、各ローラは軸受部分で連続鋳造機本体から絶縁される。

前記永久磁石は残留磁束密度Br 5~10 KG、保持力Hc 5~10 KOeで、最大エネルギー積 $[BrHc]_{max}$ が大きいものが適しており、 $YCo_5$ 、 $CeCo_5$ 、 $SmCo_5$ 、 $SmPrCo_5$ 等の成分をもつ希土類コバルト磁石が最適である。

この装置により連続鋳造すれば、鋳型(1)より引

抜かれローラエブロン部分で凝固途中の鋳片(2)には、第8図に示すように相対向する永久磁石(4)により主方向が引抜き方向と直角の磁界(6)が作用する。一方前記直流回路への通電により鋳片内部には主方向が鋳片の引抜き方向と同じ方向に直流電流が作用し、前記磁界(6)との相乗作用、いわゆるフレミングの左手の法則に従つて、鋳片内部の未凝固溶融金属には鋳片巾方向の電磁気力Fが作用する。

この場合、磁場(6)の方向が交互に逆向きになるよう複数の永久磁石が配設されているため、電磁気力Fは鋳片巾方向において交互に逆向きに作用する。したがつて溶融金属は小さな流れのループを作つて移動する。この流れのループは設置する永久磁石の磁極の数を増すことにより小さくできる。

又、第4図に示すように鋳片の引抜き方向の4個所に永久磁石(4)を配設する場合、第5図に示すように、上下に配設した2組の永久磁石の電磁気力 $F_1$ と $F_2$ が互に逆向きに作用するように構成すれ

ば、その間に部分的に回転する推力fが生ずる。この推力fにより未凝固溶融金属は引抜き方向において多数の小ループを作り、部分的に対流しながら全体が攪拌され、鋳片中心部の偏析は解消される。

さらに、溶融金属を流動させる前記推力fは、直流電流又は磁界の強さを変えることにより変化させることができる。したがつて、第4図の実施例において永久磁石(4)の強さを上から弱→強→弱→強の順に変化して配列し、流動の強さを変え、ホワイトバンドの境界を不明瞭にすると同時に等軸晶を増殖させることができる。

その理由は、磁界の強さが0.6KG以上になれば等軸晶が急増するが、同時に負偏析度が徐々に著しくなり好ましくない。そのため磁界の強さを強弱交互に変えることにより前記の欠陥を除くことができるためである。

#### 実施例1

160t転炉で連続して溶製した8チャージの低炭素アルミ-けい素キルド鋼(成分：炭素0.16%、け

い素0.8%、マンガン1.45%、りん0.018%、いおう0.018%、鉄残り)を2ストランドの弯曲型スラブ連続鋳造機にて連続して、鋳込温度1540℃、引抜き速度0.8m/minの条件で鋳込み、断面寸法が190mm×1600mmの鋳片を各ストランド240t製造した。

この際第1ストランドの鋳片は、この発明の実施により、鋳片の厚さ方向中央での磁束密度が1.0KGで、スラブ巾方向にN極、S極がそれぞれ2組交互にあるように配設した永久磁石( $\text{SmCo}_5$ )を鋳型上面より450mm、475mm及び580mm、560mm離れた4個所に、第8図、第4図に示した状態で配設し、又ローラエブロンの上から10番目と15番目のローラに通電用ブラシを設置し、引抜き方向に電圧20V、電流5500Aの直流電流を流して未凝固部を攪拌しながら凝固させた。他方の第2ストランドの鋳片は第6図aに示すようにスラブ表面に近接して、一表面にN極を、他表面にS極をそれぞれ対向して設けた攪拌装置を使い、前記と同じ条件で鋳造した。

そして、鋳込開始後20m、50m、80mの個所より試験片を切出し、横断面のサルファプリントを

行なうと共に鋳片巾方向における攪拌下で凝固した領域(いわゆるホワイトバンド部)の成分分布を調べてその領域の均一性を調査した。その結果を第7図に示す。この第7図はりんの分布状況を示したものであるが、曲線Aはこの発明の実施による第1ストランド鋳片の試料、曲線Bは1ループの流れにより攪拌した第2ストランド鋳片の試料の分布曲線である。この図から明らかなように、1ループの流れにより攪拌したものはりん含有量に大きな差があり、ホワイトバンド(りんが0.01%付近以下の含有で顕著)が存在し明らかに負偏析が認められるに対し、この発明の実施によるものはスラブ巾方向の全体にわたり含有量はほぼ均一であり、かつホワイトバンドは解消している。

#### 実施例2

実施例1と同じ連続鋳造機において、永久磁石の強さを上から順に、鋳片の厚さ方向中央での磁束密度を0.2KG、0.6KG、0.5KG、1.0KGとして、他は同じ条件で鋳造した。その結果負偏析度が減少しホワイトバンドは解消していることを確認した。

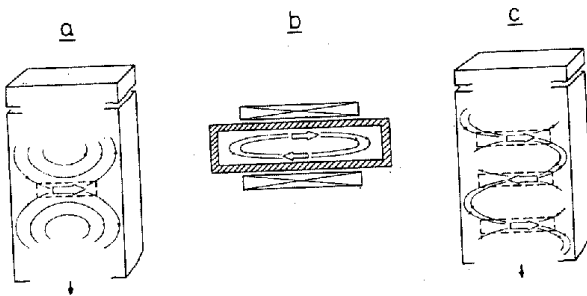
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の連続鑄造鑄片の未凝固溶融金属の電磁攪拌における溶融金属の流動を模式的に示した説明図、第2図はこの発明の実施による弯曲型連続鑄造機の要部を示す斜視図、第3図は同上磁石設置部の横断面図、第4図は直流回路を示す説明図、第5図は鑄片内の未凝固溶融金属の対流状況を示す説明図、第6図は従来法により鑄片中方向に1ループの流れを作つて攪拌する場合の説明図、第7図は鑄片のりん偏析状況を示す図表である。

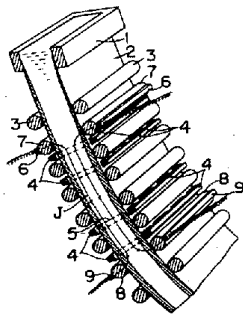
図中1…鑄型、2…鑄片、3…ローラ、4…永久磁石、5…磁界、6,9…ブラシ、7,8…ローラ、10…直流電源回路、A…この発明の実施により攪拌した鑄片のりん含有量を示す分布曲線、B…同じく従来法による場合の分布曲線、F…電磁気力、 $f$ …推力。

出願人 住友金属工業株式会社  
代理人 押 田 良 久

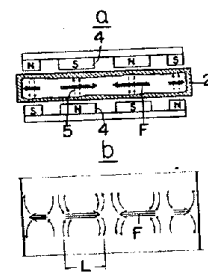
第1図



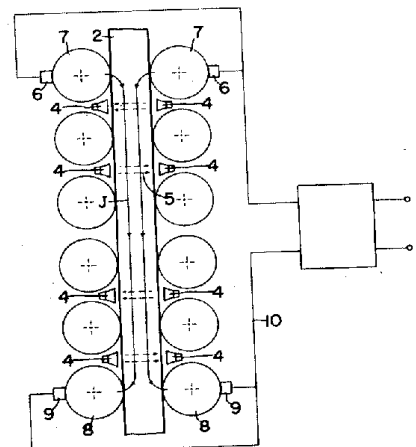
第2図



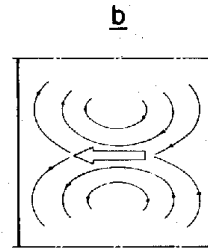
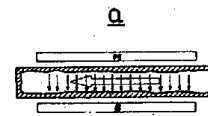
第3図



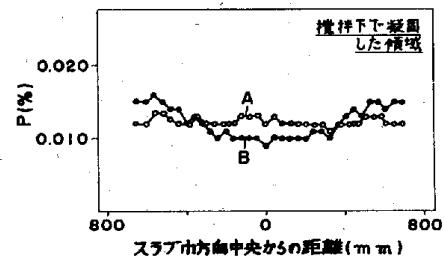
第4図



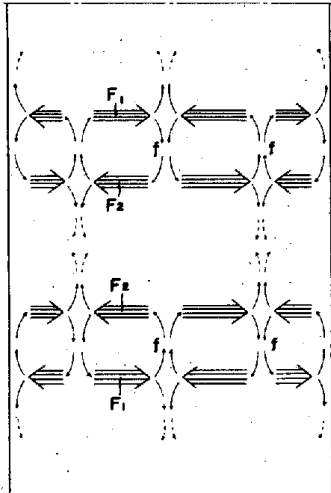
第 6 図



第 7 図



第 5 図



**PAT-NO:** JP353086634A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 53086634 A  
**TITLE:** CONTINUOUS CASTING METHOD  
**PUBN-DATE:** July 31, 1978

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
ISHIMURA SUSUMU	
SUGITA HIROSHI	
ANEZAKI MASAHARU	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
-------------	----------------

**US-CL-CURRENT:** 164/468